

Landschaft bei Motten / Bayerische Rhön
(Quelle: hrs.de / Hotel Zum Biber Gasthof Umgebung)

VI. DIE BIODIVERSITÄT IN DER KULTURLANDSCHAFT

- Natur ist Leben und Erleben -

1 Die Biodiversität
2 Die Veränderung der Biodiversität
3 Die Biodiversität der mitteleuropäischen Kulturlandschaft
3.1 Die Entwicklung des Landbaus
3.2 Die Intensivierung des Landbaus
4 Die Biodiversität am Limit

Hans Langer

2014

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

Immer wieder stellt sich die grundsätzliche Frage:
Wem gegenüber ist der Mensch in seinem Handeln verantwortlich?

Die **religiöse Ethik** setzt eine göttliche Instanz, einen Gott voraus, dem gegenüber der Mensch in seinem Handeln primär verantwortlich ist. Die **philosophische Ethik** sieht den Handlungsmaßstab im Sittlich-Humanen. Kern ist eine aus Vernunftgründen in der Tradition der Aufklärung stehende Verpflichtung des Menschen zur verantwortlichen Gestaltung des Lebens und somit zu einem verantwortlichen Umgang mit Natur und räumlicher Umwelt, dem Lebensraum.

1. Die Biodiversität

1.1 Der Begriff

Der Begriff Biodiversität steht grundsätzlich für die Kennzeichnung irdischer Lebensvielfalt. R.P. PRIMACK (1995) beschreibt Biodiversität entsprechend der Definition des Office of Technology Assessment of the U. S. Congress von 1987 als *„die Mannigfaltigkeit und Variabilität der Lebewesen und der ökologischen Strukturen, in die sie eingebunden sind“.* Für den inzwischen wissenschaftlich gebräuchlichen Begriff kommt dem von E.O. WILSON (1988) verfassten Buch *„Biodiversity“* eine Schlüsselrolle zu. Zum politischen Begriff wurde Biodiversität seit der 1992 von der UNCED in Rio de Janeiro ausgehandelten *Convention on Biologica Diversity (CBD).* Die dort festgelegte Definition umfasst die *"Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft, darunter Land-, Meeres- und sonstige aquatische Ökosysteme und die ökologischen Komplexe, zu denen sie gehören. Dies umfasst die Vielfalt innerhalb der Arten (genetische Vielfalt) und zwischen den Arten (Artenvielfalt) und die Vielfalt der Ökosysteme (und entsprechend der Interaktionen darin)."*

1.2 Die Aspekte der Biodiversität

Biodiversität umfasst verschiedene grundsätzliche Betrachtungsebenen:

- die Artendiversität;
- die genetische Diversität;
- die ökologische Diversität.

Die **Artendiversität/Artenvielfalt** bezeichnet generell das gesamte Spektrum der Arten, einschließlich ihrer entwicklungsmäßigen Ausprägungen, Beziehungen und ökologischen Anpassungen. Im speziellen Fall ist Artendiversität/Artenvielfalt eine Größe, die mittels Anzahl der Arten, der Häufigkeit, Eigenschaften und Beziehungen untereinander zur Kennzeichnung und Differenzierung lebensräumlicher Situationen dient, die Vielfalt von Flora und Fauna zum Ausdruck bringt und damit ein Maß für die Charakterisierung eines Gebietes ist (R.H. WHITTAKER 1972; WIKIPEDIA - Artenvielfalt).

Die **genetische Diversität** repräsentiert die Variabilität im genetischen Code einer Art, zwischen den Individuen einer Population und zwischen geografisch verschiedenen Populationen. Der genetische Code ist verantwortlich für den Bau- und Leistungsplan eines Organismus, für die Entwicklung und Ausprägung der Lebensmerkmale und Lebensäußerungen.

Bei Arten mit sexueller Fortpflanzung ist die genetische Variabilität besonders hoch. Durch Rekombination der Elterngene erhält jedes Individuum eine einzigartige Gen- und Chromosomenkombination. Genetische Vielfalt entsteht in erster Linie durch Rekombinationsvorgänge (Meiose, Befruchtung) sowie spontane Mutationsereignisse und bildet die Basis aller evolutiven Prozesse.

Die genetische Variabilität einer Population ist darauf zurückzuführen, dass sich einzelne Gene der Individuen unterscheiden und dadurch spezifische Eigenschaften vorgeben. Die genetische Ausstattung stellt die Grundlage für die Reaktionsnorm, innerhalb derer sich ein Lebewesen an seine Umwelt anpassen kann. Denn die Gene bestimmen zum einen die Art, zum anderen die individuellen Besonderheiten, die einen Organismus einzigartig machen und von seinen Artgenossen unterscheidet. Der genetische Code kann so Eigenschaften bewirken, die seinem Träger im Vergleich zu den Artgenossen bessere oder auch schlechtere Lebenschancen ermöglichen. Das kann dazu führen, dass einzelne Individuen (Genotypen) aber auch Populationen Merkmale ausgebildet haben, die bei anderen Individuen oder Populationen unterrepräsentiert sind, wie beispielsweise die Toleranz gegenüber Frost, Hitze, Nässe oder anderen Umweltfaktoren, und die lebenswichtig für das Individuum unter geänderten Bedingungen sein können. Je größer die genetische Variabilität der Individuen einer Population ist, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass einzelne Individuen an neue Umweltbedingungen angepasster sind und die Art als Ganzes überleben kann (SPEKTRUM AKADEMISCHER VERLAG 06.05.2014).

Die **ökologische Diversität** umfasst das Vorkommen, die Ausprägung und den Umfang der natürlichen Lebensgemeinschaften (Phytozönosen, Zoozönosen, Biozönosen) sowie der anthropogen organisierten Organismengemeinschaften innerhalb der die Arten leben. Zudem umfasst die ökologische Vielfalt die natürlichen Ökosysteme sowie anthropogenen Nutzungssysteme, in der heterotypische Lebensgemeinschaften oder heterotypische bzw. homotypische Organismengemeinschaften in Wechselbeziehung mit ihren Lebensraum stehen.

Nach heutigem Verständnis handelt es sich bei allen Beziehungen zwischen Lebenseinheiten und ihrer Umwelt um ökologische Systeme. Die Bezeichnung Ökosystem wird jedoch in der Regel für ein Beziehungsgefüge zwischen einer heterotypischen Lebensgemeinschaft und ihrer Umwelt verwendet. Der Begriff geht auf A.G. TANSLEY (1935) zurück. Das Ökosystem umfasst ein organisiertes Abhängigkeits- und Wirkungsgefüge zwischen mehrartiger Lebensgemeinschaft/Biozönose und entsprechendem Lebensraum/Biotop. Über interaktive Beziehungen finden sich Individuen unterschiedlicher Arten zu Lebensgemeinschaften zusammen und integrieren über Beziehungen zur unbelebten Umwelt das gesamte Gefüge zum Ökosystem. Es ist ein System, das sich unter natürlichen oder naturnahen Bedingungen über seine organismischen Komponenten organisiert, sich selbstreguliert und in Grenzen erhält. Die Nutzungssysteme hingegen sind anthropogen organisiert und gesteuert, in ihrer Ausprägung und Funktion vom Menschen bestimmt und abhängig.

1.3 Die Werte und Leistungen

Die biologische Vielfalt ist das vielleicht wichtigste Gut unseres Planeten. Die Erkenntnisse zeigen, dass sie gleichsam der Motor ist, der alle wesentlichen Lebensvorgänge am Laufen hält und damit auch die menschlichen Lebensgrundlagen sichert. Die Natur funktioniert Dank der biologischen Vielfalt auch zugunsten des Menschen. Die Werte und Leistungen, die in Zusammenhang mit der Biodiversität stehen, d.h. aus dem Zusammenwirken unterschiedlichster Organismen entstehen, lassen sich in vier Kategorien unterteilen:

- Versorgungsleistungen;
- Regulierungsleistungen;
- Ideelle Leistungen;
- Unterstützende Leistungen.

Zu den **Versorgungsleistungen** gehören grundlegende Dinge wie Nahrung, Arzneimittel oder Rohstoffe, eigentlich alles was an Biostoffen genutzt wird.

Zur den **Regulierungsleistungen** zählen z.B. Prozesse, die Schadstoffe aus Wasser, Luft und Boden filtern, die puffern oder das (lokale) Klima regulieren. Dazu zählt aber auch der Schutz vor Hochwasser durch intakte Auen oder der Schutz vor Lawinen durch intakte Bergwälder.

Die **ideellen/kulturellen Leistungen** umfassen Werte wie Erholung, Ästhetik oder Heimatverbundenheit. Erholung und Ruhe in der Natur ist ein wichtiger Faktor für Wohlbefinden und Gesundheit. Tiere und Pflanzen haben den Menschheit seit je inspiriert und dadurch Kunstwerke, aber auch weitreichende Erfindungen und Erkenntnisse angeregt und entstehen lassen. Die emotionale und rationale Zugänglichkeit der Natur ist dabei das erstaunlichste Phänomen.

Grundlage der **unterstützenden Leistungen** sind Prozesse, durch die die vorherigen Leistungen erst möglich werden. Dazu gehören beispielsweise die Bodenbildung, Nährstoff- und Wasserkreisläufe oder auch die Photosynthese als der wohl bedeutendste Prozess für das Leben auf der Erde (Bayer LfU 2013).

2. Die Veränderung der Biodiversität

Seit Entstehung des Lebens verlief seine Entwicklung nicht kontinuierlich. Es wechselten Perioden schneller Artbildung mit Zeiten geringer Veränderung und Phasen massenhaften Aussterbens. Im Rückblick waren zunächst natürliche Prozesse, wie z.B. Klimawandel, geologische Ereignisse, Nahrungskonkurrenz und genetische Ausdifferenzierung für das Aussterben von Arten verantwortlich. Mit dem Menschen erschien jedoch eine neue Einflussgröße, die sich zunehmend auch durch Veränderung der Organismenwelt auswirkte (E.O. WILSON 1989).

2.1 Die Roten Listen als Indikator

Für die Roten Listen der Arten wertet eine Expertengruppe der IUCN alle relevanten und zugänglichen Daten aus und fasst diese in komprimierter Form als Gefährdungskategorien zusammen. Die von IUCN am 2. Juli 2013 vorgestellte aktualisierte Fassung der bedrohten Tiere und Pflanzen dient als Indikator für den weltweiten Zustand der Biodiversität und gibt Auskunft über den alarmierenden Gefährdungsgrad. Fast ein Drittel ist vom Aussterben bedroht.

Das eigentliche Problem der Biodiversität aber ist, dass der Artenschwund kaum mit harten Daten beschrieben werden kann. Denn die Roten Listen umfassen nur einen kleinen Teil der insgesamt weltweit vermuteten Arten. Aus dem existierenden Artenspektrum mit seinen geschätzten 14 Millionen Arten sind heute weltweit lediglich etwas weniger als 1,8 Millionen Arten bekannt (WWF DEUTSCHLAND 15.04.2014) (Abb. 1).

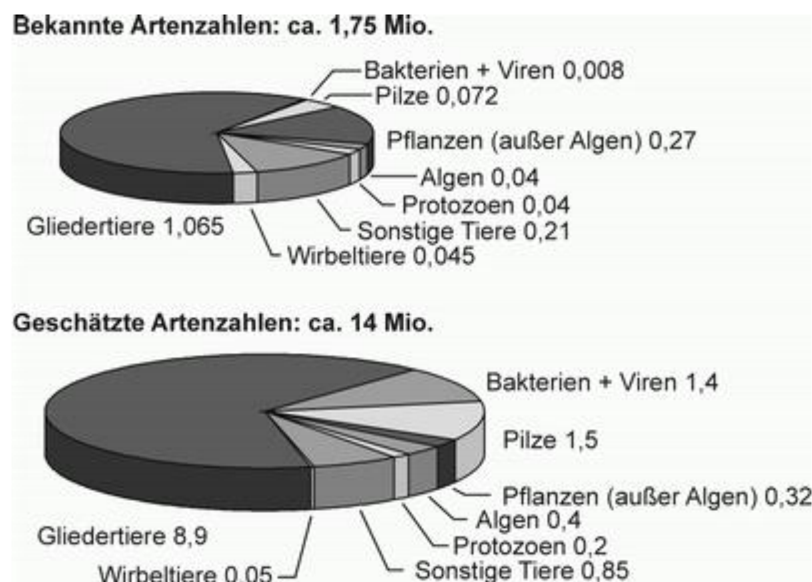
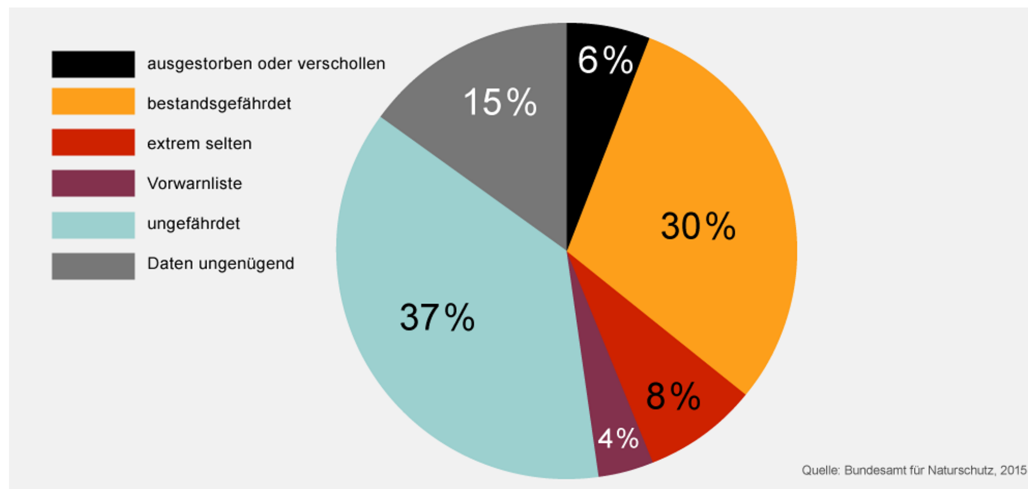


Abb.1 Bekannte / geschätzte Artenzahlen

(Quelle: **K.-H. Erdmann, Chr. Schell** 2002)



Rund 32.000 Tiere, Pflanzen und Pilze werden derzeit in der Roten Liste für Deutschland beobachtet. Von diesen gelten 6 Prozent bereits als ausgestorben, 30 Prozent sind in ihrem Bestand gefährdet. Weitere 8 Prozent sind als "extrem selten" eingestuft und 4 Prozent stehen auf der sogenannten Vorwarnliste. Zieht man noch die 15 Prozent ab, über die zuwenig bekannt ist, bleibt nur gut ein Drittel der Arten auf der Roten Liste übrig, die als ungefährdet gelten. Die Rote Liste erfasst derzeit aber nur etwa 45 Prozent aller in Deutschland vermuteten Arten.

Abb.2 Gefährdungssituation von
Tieren, Pflanzen und Pilzen in Deutschland
(Quelle: Bayerischer Rundfunk (Stand: 20.05.2015) - Artensterben in Deutschland)

Die neueste Rote Liste der gefährdeten Arten der IUCN enthält u.a. die erste globale Neubewertung des Bestands von Nadelbäumen. Sie zeigt beunruhigende Rückgänge für die Nadelbäume. Demnach werden 34% des weltweiten Bestands an Zedern, Zypressen, Tannen und anderen Nadelhölzern als vom Aussterben bedroht bezeichnet.

Der WWF bewertet die Ergebnisse der von der Weltnaturschutzunion IUCN vorgelegten aktualisierten Roten Listen der bedrohten Arten als äußerst alarmierend. Denn rund ein Drittel aller untersuchten Arten stuft die IUCN als gefährdet ein. Die Roten Listen präzisieren den Gefährdungsstatus der Arten in neun Kategorien von „ungefährdet“ bis „ausgestorben“ (WWF 10.11.2011).

„Wenn der Raubbau aber ungebremst weitergeht, kann Artenschutz nur Schadensbegrenzung betreiben, und viele Arten werden keine Überlebenschance haben. Besonders tragisch dabei ist, dass viele Arten ausgestorben sein werden, bevor sie überhaupt entdeckt worden sind. Denn die Rote Liste umfasst nur einen kleinen Teil der insgesamt rund 14 Millionen vermuteten Arten weltweit“ …. „Die Rote Liste ist so etwas wie die Fieberkurve unserer Artenvielfalt und sie zeigt, dass es dem Patienten immer schlechter geht“…. „Es gelingt nicht einmal, den Artenschwund zu verlangsamen. Ganz im Gegenteil geht es immer mehr Arten an den Kragen. Der Raubbau an der Natur wird immer dramatischer, und Lebensraumzerstörung, Wilderei und der Klimawandel setzen den Arten immer extremer zu“ (WWF 10.11.2011; BAYERISCHER RUNDFUNK 2015).

2.2 Die Ursachen der Gefährdung

Der Bericht der Vereinten Nationen zur Artenvielfalt geht davon aus, dass die derzeitige Aussterberate von 3 bis 130 Tier- und Pflanzenarten pro Tag um den Faktor 100 bis 1000 über dem natürlichen Wert liegt. Nach einer Studie des Stockholm Resilience Centre aus dem Jahr 2009 ist der ermittelte Grenzwert für das verkraftbare Aussterben von Arten bereits erheblich überschritten. Der Artenschwund wird, ähnlich dem Klimawandel, zu einem der großen ökologischen Probleme gezählt. Ursprünglich wollte die UNO mit ihrer Biodiversitäts-Konvention von 1992 das weltweite Artensterben bis zum Jahr 2010, dem internationalen Jahr der Biodiversität, gestoppt haben. Mit dem Nagoya-Protokoll allerdings wurde dieses Ziel auf das Jahr 2020 verschoben.

Als entscheidende Einflüsse werden genannt:

- die Flächennutzung (Land- und Forstwirtschaft, Siedlung) mit ihrer rasanten Flächeninanspruchnahme und Zunahme der Intensität und entsprechendem Biotopverlust (Veränderung, Zerstörung);
- die direkte Verfolgung durch Jagd und Fischerei (als legale und illegale Nutzung);
- die so genannten invasiven Arten, durch die einheimische Arten verdrängen werden;
- die Belastung der Umwelt durch Stoffeinträge;
- der aktuelle Klimawandel.

(J. SPANGENBERG 29.12.2011)

Der im Auftrag der UN-Biodiversitätskommission 2010 veröffentlichte Bericht zieht eine katastrophale Bilanz. Die Situation wird mit der vor dem Aussterben der Dinosaurier vor 65 Millionen Jahren verglichen. Es werden Anzeichen für ein 6. Massensterbens in der Erdgeschichte gesehen und so genannte Tipping Points befürchtet, d.h. plötzliche, unvorhergesehene Situationen oder Ereignisse, die umgehend weitere nicht kalkulierbare Folgen innerhalb komplexer Systeme auslösen können. Beschrieben wird der Übergang von einem graduellen Artensterben zu einem mit Verlusten katastrophalen Ausmaßes, das nur sehr schwer umkehrbar sei (DEUTSCHLANDFUNK 11. 05. 2010; WIKIPEDIA 17.03.2014).

2.2.1 Die Biotopzerstörung

Wenn für unsere Zeit ein Massenaussterben mit Aussterberaten vorhergesagt wird, die um ein Vielfaches über der natürlichen Aussterberate liegen (St. L. PIMM et al. 1995) werden dafür an erster Stelle Biotopzerstörungen verantwortlich gemacht (W.V. REID et al. 2005). Doch es ist sehr schwierig, den Nachweis zu führen, dass eine Art auf diese Weise tatsächlich ausstirbt bzw. ausgestorben ist. Die Verhältnisse sind komplizierter. Selbst bei Verlust eines sehr großen Teils des Lebensraums, kann das für ein Überleben der Art noch ausreichen. Arten können auch auf neue, anthropogen veränderte Lebensräume ausweichen, wenn die Art nicht zu selten und der neue Lebensraum dem bisherigen Habitat ähnlich genug ist (R. GOMULKIEWICZ, R.D. HOLT 1995) oder an anderen, bisher nicht entdeckte Stellen existieren möglicherweise noch weitere Populationen (D.O. FISHER, S.P. BLOMBERG 2010). Von den meisten Arten ist global weder ihr Verbreitungsgebiet noch ihre Biologie ausreichend bekannt oder sie sind nur von einer einzigen Lokalität und oft genug nur mit einem einzigen Exemplar beschrieben worden. Selbst wenn die Wahrscheinlichkeit des Aussterbens nahe-

liegt, ist der tatsächliche Nachweis des Aussterbens solcher Arten kaum möglich. Besonders bei den tropischen Regenwälder, die zugleich die artenreichsten und gleichzeitig die am schlechtesten erforschten Lebensräume weltweit sind, wird meist vom Ausmaß der Lebensraumzerstörung und dessen durchschnittlichem Artenreichtum indirekt auf den Artenverlust geschlossen (B. W. BROOK et al.2003).

Ein besonders hohes Aussterberisiko durch Lebensraumverlust besteht sicherlich bei Arten mit sehr kleinem Verbreitungsgebiet und spezifischer Lebensraumqualität (B.W. BROOK et al. 2003). Regionen, die zahlreiche endemische Arten aufweisen und dadurch besonders artenreich sind, gelten als Biodiversitäts-Hotspots. Ihre Zerstörung führt zu besonders hohen Artenverlusten. So sind z.B. durch die Entwaldung der nur 20 Quadratkilometer großen Centinella-Bergkette in Ecuador allein 100 endemische Pflanzenarten ausgestorben (N. MYERS 1988).

Zum Erhalt der biologische Diversität ist der genetische Austausch zwischen entsprechenden Individuen (Arten, Populationen) notwendig. Anthropogene Zerstörung und Fragmentierung von Biotopen verringern die Kontaktmöglichkeiten. Nimmt die Individuenzahl einer Art oder Population ab, so sinkt auch dadurch die genetische Diversität. In den Gefährdungskategorien der Roten Liste für Wildarten und Nutztierrassen drückt sich zugleich deren genetisches Gefährdungspotential aus. Denn jede Schwächung oder jeder Verlust einer Art oder Rasse entspricht einer Schwächung oder einem Verlust des Genpools.

2.2.2 Die direkte Verfolgung

Durch direkte Verfolgung, wie Nutzung durch Jagd oder Fischfang, sind vor allem Arten mit niedriger Wachstumsrate bedroht. Direkte Verfolgung, Biotopänderung und Einschleppung fremder Arten greifen aber oft in schwer durchschaubarer Weise ineinander. Die durch Biotopzerstörung in kleine Reservate verdrängten letzten Populationen vieler großer Wirbeltierarten sind durch Wilderei von der Ausrottung bedroht. Doch selbst bei durch Übernutzung stark reduzierten Populationen ist der direkte Nachweis der Ausrottung schwer zu führen. So ist z.B. für keine im Meer lebende Fischart die globale Ausrottung durch Befischung nachgewiesen, obwohl die Bestände vieler Arten sehr stark zurückgegangen sind, als überfischt oder zusammengebrochen gelten (J.D. REYNOLDS et al. 2002). Zweifelsfrei belegt ist hingegen z.B. die Ausrottung fast aller großen Landwirbeltiere auf Neuseeland und Madagaskar nach der Einwanderung von Menschen. Äußerst umstritten ist jedoch das Aussterben quartärer Großwildarten durch menschliche Bejagung (WIKIPEDIA 17.03.2014).

2.2.3 Der Klimawandel

Der IPCC rechnet zwar weiterhin mit dem Risiko, dass zahlreiche Tier- und Pflanzenarten der Klimaerwärmung zum Opfer fallen könnten. Doch er zieht seine bisherigen Prognosen zum Artensterben überraschend stark in Zweifel und distanziert sich davon. *„Es besteht sehr geringes Vertrauen darin, dass die Modelle das Aussterberisiko derzeit akkurat vorhersagen“* (zit. nach SPIEGEL online 23.03.2014). Wissenschaftliche Unsicherheiten durch Datenmangel werden als Problem angegeben, so dass auch keine konkreten Zahlen mehr zum Artensterben genannt werden (SPIEGEL online 23.03.2014). Bislang gebe es keinen Beweis, dass der

Klimawandel auch nur zum Aussterben einer einzigen Art geführt hat. Allerdings gebe es Hinweise, dass Klimazonen sich schneller zu verschieben scheinen, als Arten imstande sind, sich anzupassen. Nach R. KINZELBACH fehlt es für die meisten Lebewesen an grundlegenden Daten, so dass Prognosen für entsprechende Klimawirkungen kaum möglich sind. Zudem meint R. KINZELBACH, *„Monokulturen, Überdüngung oder Bodenzerstörung vernichten mehr Arten als mehrere Grad Temperaturanstieg es je vermögen*." (zit. nach SPIEGEL online 23.03.2014).

3. Die Biodiversität der mitteleuropäischen Kulturlandschaft

3.1 Die Entwicklung des Landbaus

Während der Einfluss der nomadisierenden Jäger-und-Sammler-Kultur auf die räumliche Umwelt als gering angesehen werden kann, wirkte sich jetzt eine klimabegünstigte Wirtschaftsweise - Sesshaftigkeit, Ackerbau und Viehzucht - sicherlich bereits stärker aus. Durch Einwanderung und Kontakte aus dem vorderen Orient (goldener Halbmond) verbreitete sich die neolithische Lebensweise sesshafter Bauern bis nach Europa (Abb. 3). Es war der Beginn einer sich neu strukturierenden, arbeitsteiligen Gesellschaft, der Agrargesellschaft.

Wie keine andere Nutzungsform hat die aus Vorderasien sich ausbreitende landwirtschaftliche Nutzung die Landschaft in Mitteleuropa großflächig verändert und geprägt. Das hat grundlegende strukturelle Veränderungen der räumlichen Umwelt (Entstehung von Offenland-Bereichen, Zurückdrängung der ursprünglichen Wald-Lebensräume, Entwicklung neuer Lebensräume) bewirkt (HJ. KÜSTER 1995).

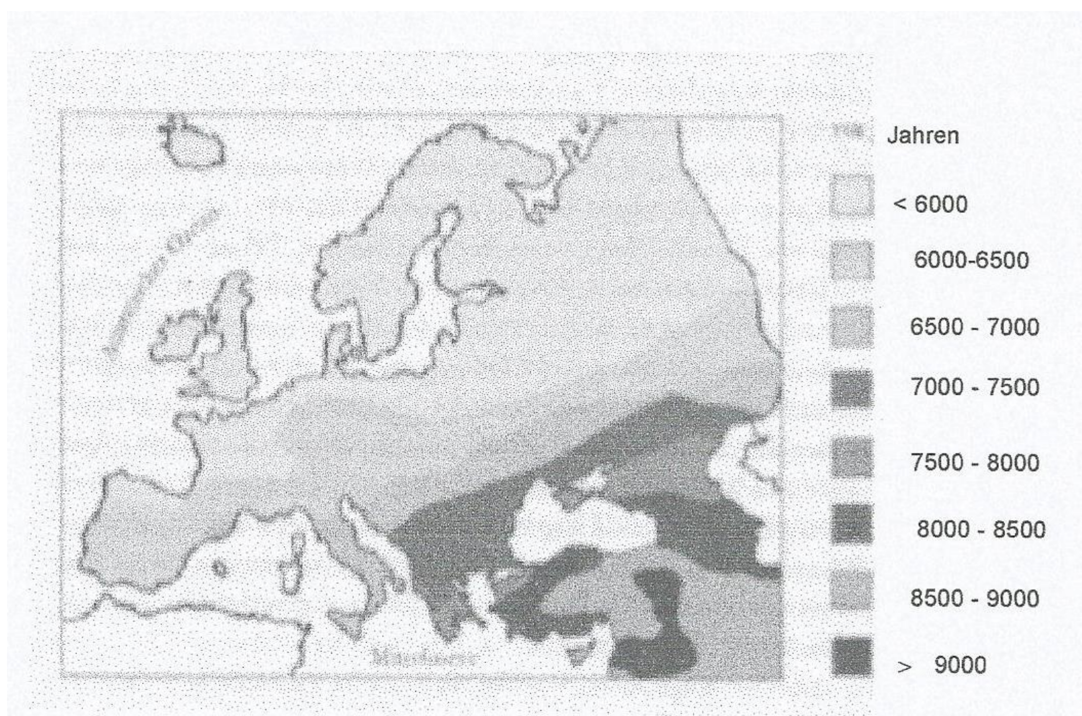


Abb. 3 Ausbreitung des Ackerbaus von Vorderasien nach Europa
(Quelle: P. SCHMID-HEMPEL 2006)

Die Entwicklung der mitteleuropäischen bäuerlichen Kulturlandschaft war ein Prozess, der nicht nur durch die jeweilige Art der landwirtschaftlichen Nutzung sondern in gleicher Weise auch von unterschiedlichen Klimaphasen mit beeinflusst wurde.

Im Übergang von der Mittel- zur Jungsteinzeit (beginnendes Atlantikum), stiegen die Durchschnittstemperaturen merklich an. Es entwickelte sich ein generell warmes, relativ feuchtes Klima mit zwei besonders warmen Phasen, am Anfang und am Ende der Periode. Das Atlantikum gilt als die bisher wärmste nacheiszeitliche Klimaperiode. Deutliche Belege hierfür liefert auch der alpine Bereich mit einer gegenüber heute um 200 - 300 Meter höher gelegene Waldgrenze. Die Bedingungen erlaubten offenbar eine unproblematische saisonale Nutzung der oberen alpinen Höhenstufen (R. KRAUSE 1998; U. MAIER, R. VOGT 2001; W.D. BLÜMEL 2002). Das postglaziale Wärmeoptimum im Atlantikum hatte offensichtlich globale Auswirkungen (H.J. PACHUR 1987; S. KRÖPELIN 1993).

In dieser Zeit (Atlantikum) entstanden in Mitteleuropa größere, sogenannte Altsiedlungslandschaften, die Rodungsinseln als Siedlungsland einschlossen. Es entwickelte sich eine Zweiteilung der Landschaftsräume, in altbesiedelte Gebiete und Waldgebiete mit Eichenmischwald. Der frühe Ackerbau war vermutlich eine Umlagelandwirtschaft (Abb. 4). Die durch Brandrodung gewonnenen Flächen wurden bis zu Bodenerschöpfung genutzt, dann der Wiederbewaldung überlassen, um an anderer Stelle neu zu roden.

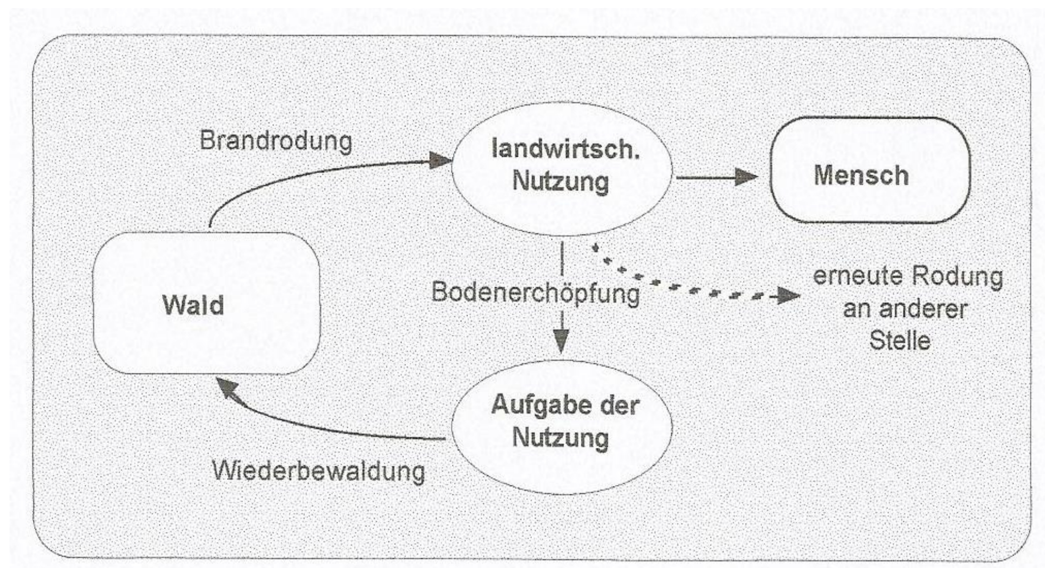


Abb.4 Umlagelandwirtschaft

Im anschließenden Subboreal, einer Übergangszeit, die sich weitgehend mit der Bronzezeit deckte, wurde das Klima kühler und umfasste offensichtlich auch Trockenperioden. Zumindest in Europa charakterisierte zunächst eine ausgeprägte kühlere Periode die Bronzezeit. Weit reichen die Vorstöße der alpinen Gletscher (W.D. BLÜMEL 2002). Waldrodungen erfolgten nur örtlich und eine größere Ausdehnung des Siedlungslandes bestand zu dieser Zeit nicht. Allerdings entstanden verstärkt Heiden im nordwestlichen Binnenland (R. TÜXEN 1967; H. MÜLLER-KARPE 1980; A. JOCKENHÖVEL, W. KUBACH 1994; E. PROBST 1996).

Ab Mitte des letzten Jahrtausends vor der Zeitenwende (beginnendes älteres Subatlantikum) entwickelte sich ein Klimaoptimum, das sogenannte römerzeitliche Optimum. In Europa war die Jahresmitteltemperatur 1-1,5°C höher als heute. Möglicherweise wurde dadurch die Ausbreitung des Imperium Romanum erleichtert. Bezeichnend dafür ist, dass die Alpenpässe auch im Winter passierbar waren. Ein deutliches Zeichen für ein damals wärmebegünstigtes Klima ist auch der Anbau von Wein in England. Durch die stärkere Ausbreitung von Buche, Tanne und Fichte und den weiteren Rückgang der Kiefer in den westlichen Landschaften Mitteleuropas erfuhr das Waldbild eine deutlichere Differenzierung. Die Waldgrenze lag deutlich höher als heute, wurde aber offenbar in den Mittelgebirgen nur örtlich erreicht. Die oberste Waldstufe bildete deshalb die Buche, gemeinsam mit Ahorn und nach Osten zunehmend mit Fichte.

Im Laufe der Zeit (älteres Subatlantikum) kommt es dann nicht nur in den vor- und frühgeschichtlichen Altsiedlungslandschaften zu einer noch stärkeren Zurückdrängung des Waldes auf weniger nutzungstaugliche Standorte. Insgesamt wurde die Siedlungsfläche erweitert. Große Teile des Flachlandes und der Mittelgebirgslandschaften, schätzungsweise ein Viertel der Landfläche, war siedlungsbedingt nicht mehr mit Wald bestockt. Der Ackerbau wurde noch als düngerlose Wirtschaft betrieben. Bekannt ist beispielsweise die Feldgraswirtschaft, mit längeren Bracheperioden oder einem einfachen Wechsel zwischen Brache und Getreideanbau (W. RÖSENER 1985) (Abb. 5). Den mehr oder weniger waldfreien Räumen der Tal- und Beckenlandschaften standen die noch geschlossenen Waldgebiete gegenüber, sowie die siedlungsfeindlichen Auen der Fluss- und Stromtäler, die Moore und Sümpfe der Moränengebiete und Marschen.

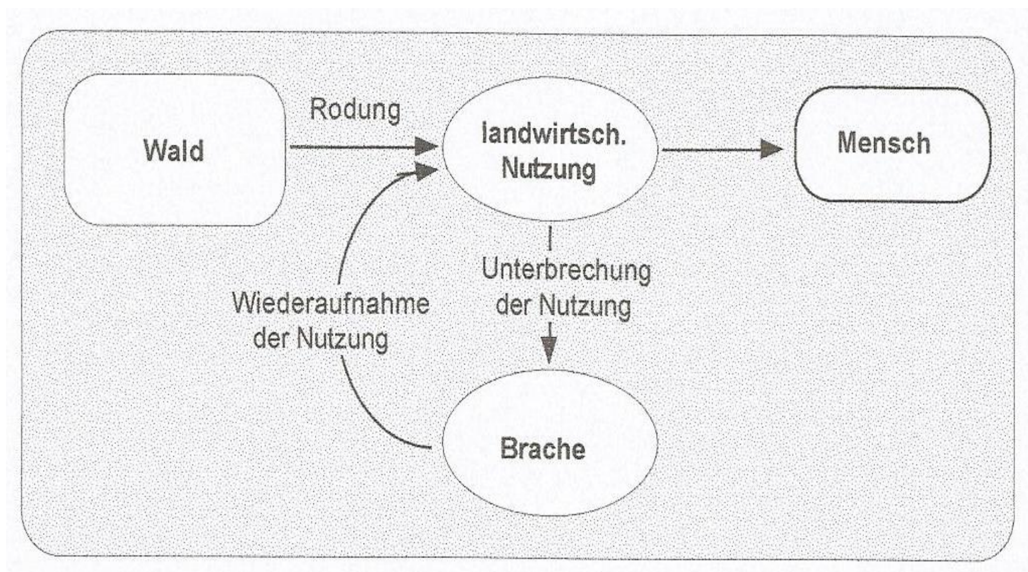


Abb. 5 Feldgraswirtschaft

Anschließend an das römerzeitliche Klimaoptimum kam es in der letzten Epoche der Eisenzeit, der Zeit der Völkerwanderung, in Süd- und Mitteleuropa erneut zu einem Klimapessimum mit einem kühlen, stark wechselhaften Klima. In dieser kältesten Periode seit dem

Ende der Würm-/Weichsel-Kaltzeit lag die Jahresmitteltemperatur 1-2°C niedriger als heute. Missernten verursachten gravierende Versorgungsprobleme und Hungersnöte. Wachsende Gletscher signalisierten die klimatische Veränderung. Die Baumgrenze sank erneut und der boreale Nadelwaldgürtel verlagerte sich nach Süden. Während der Völkerwanderungszeit eroberte der Wald viele Rodungsinseln zurück.

Der folgende Zeitraum (jüngeres Subatlantikum) war entwicklungsmäßig differenziert. Zu Beginn herrschte noch ein trockenes und kühles Klima, das jedoch zwischen dem 9. und 13. Jht. n. Chr., mit 1,5-2°C höheren Jahresmitteltemperaturen als heute, reichlichen Niederschlägen und milden Wintern, von einem erneuten Klimaoptimum abgelöst wurde. Die Anbaugrenzen in den deutschen Mittelgebirgen lagen etwa 200 m höher als gegenwärtig. Es begann die eigentliche Erschließung dieser Räume. Vom 11. bis zur Mitte des 14. Jht. erfuhr die Kulturlandschaft Deutschlands bis dahin ihre größte Ausdehnung und höchste Bevölkerungsdichte. Die Waldfläche betrug unter 20%. Ackerflächen sowie insbesondere Dauergrünland nahmen zu. Der mittelalterliche Temperaturanstieg ermöglichte in bisher klimatisch ungeeigneten Lagen Weinbau.

Bereits anfangs des 14. Jahrhunderts deutete sich jedoch ein erneuter Wechsel zu kaltem und wechselhaftem Klima an. Für diese vom 15. Jahrhundert bis Mitte des 19. Jahrhunderts dauernde letzte bedeutsame Kälteperiode, für dieses als Kleine Eiszeit bekannte neuzeitliche Klimapessimum, waren nasskalte Sommer, deutliche Gletschervorstöße und ein Sinken der Waldgrenze in den Alpen bezeichnend. Es stellten sich Extremereignisse ein, Überschwemmungen und Hochwasserkatastrophen in Mitteleuropa. Trotz der für die damalige Zeit enormen technischen Leistungen (Deichbau) kam es an den Nordseeküsten durch gehäuft auftretende Sturmfluten zu katastrophalen Folgen. Durch solche Sturmfluten erfolgte die Abtrennung der nordfriesischen Inseln vom Festland. Besonders bekannt ist die Grote *Mandränke* von 1372 und 1634. Auch die Bodenerosion bewirkte eine beträchtliche Umgestaltung der Kulturlandschaft (H.H. BORK et al. 1998). Häufige Missernten durch nasskalte Sommer führten zu einer Agrarkrise. Mangelversorgung, Hungersnöte und die Pest reduzierten die Bevölkerung um mehr als 40%. Mitteleuropa erlebte einen zivilisatorischen Rückfall. Unmittelbare Folgen waren Wüstungen in den Mittegebirgen, die Höhenlandwirtschaft wurde aufgegeben. Mitte des 17. Jahrhunderts, zur Zeit des 30jährigen Krieges, strebte diese Entwicklung in Mitteleuropa den absoluten Höhepunkt zu (A. BARTHELMEß 1972).

Im Lauf der weiteren Entwicklung verschob sich das Verhältnis zwischen Nicht-Siedlungsfläche und Siedlungsfläche wieder entschiedener zugunsten der Siedlungsfläche, insbesondere der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Neben einer weiteren Verkleinerung und Zerstückelung der Waldfläche erfolgten erste größere Maßnahmen zur Entwässerung und Nutzung der Moore und Sümpfe. Nach der Völkerwanderung kam es zu den großen Rodungsperioden des Mittelalters. Die stete Zunahme der Bevölkerung führte zu einer erneuten Erweiterung des Ackerbaus und dem Zurückdrängen der Viehzucht. Unter den Karolingern erreichte der Prozess einen gewissen Höhepunkt. Die bislang extensive, düngerlose Landbewirtschaftung wurde jetzt, zunächst im fränkischen Einflussbereich, von der Dreifelderwirtschaft abgelöst (Abb. 6), die bis zum Ende des 18. Jahrhundert vorherrschte. Mit einem dreijährigen Zyklus - zwei Jahre Fruchtfolge und ein Jahr Brache, verbunden mit einem

regelmäßigen Ausbringen von Wirtschaftsdünger (Stallmist, Gülle, Jauche, Stroh u.a.) - erfolgte der Einstieg in eine Wirtschaftsweise, die den Landbau intensivierte und zugleich dem Nährstoffverlust entgegen zu wirken versuchte (H. DIERCKS 1986).

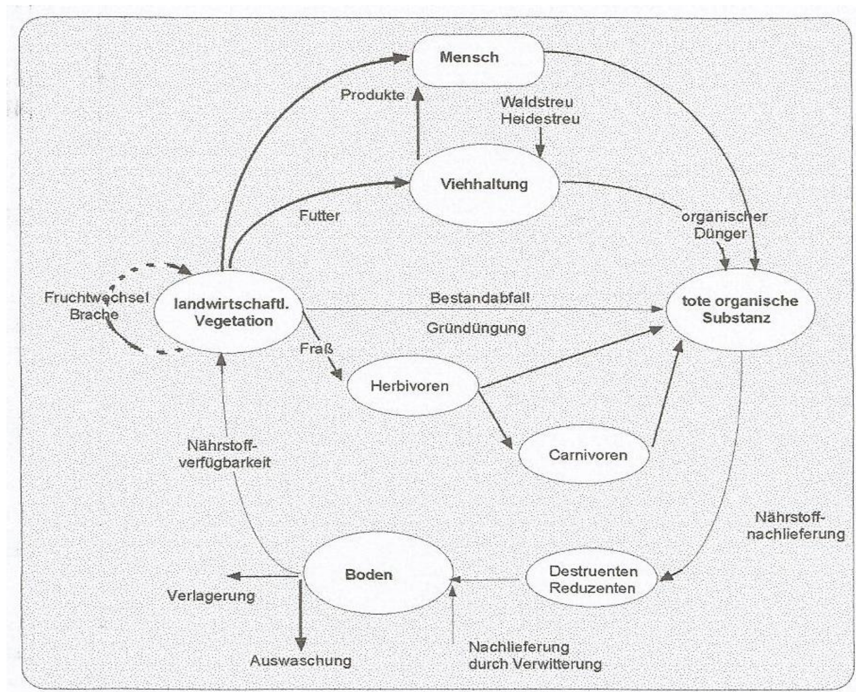


Abb. 6 Dreifelderwirtschaft

Zu Beginn der Industrialisierung trat zunächst eine Lebensmittelverknappung ein, bedingt durch ein weiteres Bevölkerungswachstum und einem gleichzeitig durch Landflucht verursachten Arbeitskräftemangel auf dem Land. Die Neulandgewinnung reichte nicht mehr aus, so dass zur verbesserten Dreifelderwirtschaft übergegangen wurde. Diese neue Bewirtschaftungsform konnte sich entwickeln, nach dem um die Wende zum 19. Jahrhundert der sogenannte Flurzwang als rechtliche Bindung im Zuge einer allgemeinen Liberalisierung aufgehoben wurde. Die Brache wurde aufgegeben und an ihrer Stelle wurden Blattfrüchte wie Kartoffeln, Rüben und Rotklee angebaut. Damit änderte sich auch die Fruchtfolge, so dass nun auf den Äckern jeweils zwei Drittel Halmfrüchte und ein Drittel Blattfrüchte wuchsen. Neben Wirtschaftsdünger wurden nur Kalk und Mergel zur Bodenverbesserung eingesetzt (E. LANDGRAF 1958; W. ABEL 1962; DIERCKS 1986). Bis zum Anfang 1950er Jahre wurde diese Fruchtwechselwirtschaft praktiziert, d.h. alljährlich wurde pro Acker zwischen Halm- und Blattfrucht gewechselt. Gleiche oder artverwandte Pflanzen wurden nicht häufiger als alle vier Jahre auf demselben Feld angebaut. Abgesehen von den Waldungen in den gebirgigen Bereichen wurde der ländliche Raum so zu einer kleinteilig strukturierten, bäuerlich geprägten Landschaft.

Insbesondere die Nutzungsformen Grünland und Acker haben dazu geführt, das Artenspektrum von Tieren und Pflanzen zu verändern und damit zunächst die biologische Vielfalt zu

erhöhen (F. FUKAREK 1979; K. WEDDELING et al. 2002). Die bäuerliche Landwirtshaft hat über Jahrhunderte die Kulturlandschaften in Europa geprägt und dadurch Lebensräume für viele neue wildlebenden Arten (Pflanzen und Tiere) geschaffen und erschlossen (Abb. 7). Beispiele solcher, heute nur noch in Resten vorhandenen artenreichen Lebensräume sind Streuobstwiesen, alte Weinterrassen, Kalkmagerrasen oder, in anderen Regionen, alte Olivenhaine und die Garrique, die ohne traditionelle extensive Nutzung durch natürliche Sukzessionsprozesse ihre Artenvielfalt verlieren.

Bei diesen seit der Sesshaftwerdung des Menschen nach der Jungsteinzeit eingewanderten bzw. eigeschleppten Pflanzen- und Tierarten, den sogenannten Archäophyten und Archäozoen, handelt es sich inzwischen um weitgehend eingebürgerte Arten. Ihre Ansiedlung wurde durch die Kulturtätigkeit (Rodungstätigkeit, Ackerbau und Viehzucht, Siedlungstätigkeit) begünstigt. Die meisten von ihnen sind lichtliebende Wildpflanzen, die mit dem Getreide aus dem ostmediterranen Raum eingeschleppt wurden. Viele von ihnen haben heute hohe Naturschutzrelevanz (HJ. KÜSTER 1994). Diese Archäobionten/Alteinwanderer, d.h. Arten die in Folge der Sesshaftwerdung des Menschen, also vor längerer Zeit, eingewandert sind oder eingeschleppt wurden, gelten zwar formal als nicht einheimisch (nicht indigen), werden aber dennoch als Teil der heimischen Flora betrachtet. Als Zeitmarke zwischen den älteren Archäophyten und den jüngeren Neophyten gilt die Entdeckung Amerikas. Durch die Intensivierung oder Aufgabe der Landbewirtschaftung stehen mittlerweile viele der Archäobionten auf den Roten Listen gefährdeter Arten.

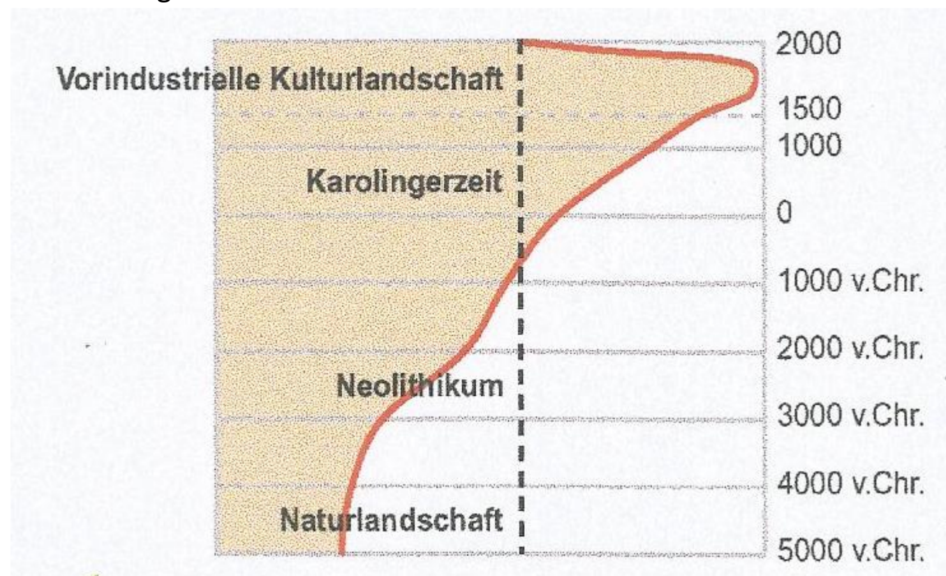


Abb. 7 Die Veränderung der Mannigfaltigkeit der Flora in Mitteleuropa - von der Naturlandschaft bis zur vorindustriellen und industriellen Kulturlandschaft
(Quelle: F. FUKAREK 1979)

Eine Literaturstudie von K. WEDDELING et al. (2002) vermittelt einen Eindruck in welcher Weise sich die Biodiversität der bäuerlichen Kulturlandschaft veränderte. Die Studie verdeutlicht den Umfang der Tier- und Pflanzenarten, die in bäuerlichen Agrarökosystemen (Grünland und Acker) vorkommen oder an diese Nutzungsformen gebunden sind. Bei Tiergruppen wie Gehäuseschnecken, Schwebfliegen, Großschmetterlingen und Vögel liegen die Anteile

der untersuchten Arten um 60%, bei Säugern, Reptilien, Amphibien, Wildbienen und Heuschrecken zwischen 60% und 90%. Von den Untersuchten Gefäßpflanzen kommen etwa 2/3 in landwirtschaftlichen Nutzflächen oder von der Nutzung beeinflussten Flächen (Ruderalstandorte, Säume) vor. Eine besondere Rolle spielt dabei offensichtlich die Grünlandnutzung, der zwischen 33% und 90% der untersuchten Tiergruppen und etwa 40% der betrachteten Pflanzenarten zugeordnet werden. Einen deutlich geringeren Anteil an der gesamten Artenvielfalt hat der flächenmäßig dominierende Ackerbau mit nur 6% bis 45% der untersuchten Tierarten und etwa 11% der Pflanzenarten. Die Zahl der Arten, die direkt von Agrarökosystemen abhängen, ist deutlich geringer als die der Arten, die auch in Agrarökosystem vorkommen können. Der Anteil solcher spezifischen Arten ist bei Säugern, Vögel, Schwebfliegen, Laufkäfer und Gehäuseschnecken mit 0,9% bis 3,9% gering, während bei Wildbienen, Schmetterlingen und Heuschrecken mit 11% bis 23% viele Spezies ausschließlich von anthropogenen Habitaten abhängen. Bei den Gefäßpflanzen liegt dieser Wert mit gut 1/3 aller untersuchten Arten noch höher (K. WEDDELING et al. 2002).

3.2 Die Intensivierung des Landbaus

Mitte des 19. Jahrhunderts beginnt die letzte Wärmeperiode, die auch weiterhin noch anhält. Indizien weisen darauf, dass sie zudem durch direkte oder indirekte anthropogene Einflüsse verstärkt wird. Zugleich setzt eine Entwicklung ein, in der die räumliche Umwelt in zunehmendem Maß technisch und industriell beeinflusst und überformt wird. Das Motiv ist offensichtlich zunächst der Glaube an ein naturwissenschaftlich orientiertes, technisch und ökonomisch fortschrittliches und besseres Dasein (E. FROMM 1976). In dem nationalökonomischen Ansatz verbinden sich Idealismus und Rationalität. Die Ergiebigkeit der Arbeit wird durch Arbeitsteiligkeit und zunehmende Technisierung gesteigert. Der Marktautomatismus soll über Angebot und Nachfrage den Marktpreis steuern. Der freie Wettbewerb soll zu einer Harmonie des sozialen und wirtschaftlichen Lebens führen. Als treibende Kraft aller wirtschaftlichen Vorgänge, als wirtschaftliches Ordnungsprinzip, gilt der Eigennutz.

Die Vegetation der Kulturlandschaft ist sehr stark nutzungsgeprägt. In den land- und forstwirtschaftlichen Flächen sind Pflanzengesellschaften aus Kultur- und Halbkulturpflanzen sowie stark genutzte Wälder und Forsten dominant. Nach mehr als einem Jahrhundert ist das Ergebnis einer darin begründeten Entwicklung die absolute Überformung Mitteleuropas mit anthropogenen Strukturen durch menschliche Aktivitäten. Verschiedene Autoren lassen deshalb dem Holozän das Anthropozän als jüngste Epoche folgen. P. CRUTZEN prägte die Bezeichnung für diese Epoche, in der die Einwirkungen der menschlichen Aktivitäten auf die Umwelt eine mit den natürlichen Einflüssen vergleichbare Dimension erreicht haben. Nach einem Vorschlag britischer Geologen gilt als Beginn des Anthropzän das Jahr 1800 (der Beginn der Industrialisierung) (P. CRUITZEN 2002; A. BERGER, M.F. LOUTRE 2002; J. ZALASIEWICZ et al. 2008).

Bereits im 19. Jahrhundert setzten neue Erkenntnisse in Wissenschaft und Technik eine Entwicklung in Gang, die zum Ausgangspunkt des konventionellen Landbaus wurde, seiner zunehmenden Intensivierung und damit auch strukturellen Veränderung der Kulturlandschaft.

J. v. LIEBIG (1840) gilt mit seiner Veröffentlichung *„Die Chemie in ihrer Anwendung auf die Agricultur und Physiologie“* als der Begründer der **Mineraldüngung**. Die Lehrmeinung, dass

allein der Humus Voraussetzung für das Pflanzenwachstum sei, wurde von der These abgelöst, für das Pflanzenwachstum sind vorwiegend anorganische Stoffe entscheidend. Bei intensiver Nutzung verarmt der Boden ohne Ersatz an Nährstoffen und verliert mehr oder weniger rasch an Produktivität. Brache, Fruchtwechsel und Stalldünger reichen nicht aus, sondern je nach Bodenbeschaffenheit müssen durch Mineraldüngung anorganische Stoffe zugeführt werden. Pflanzen nehmen ihre Nährstoffe als in Wasser gelöste Ionen auf. Der Bedarf, des in Europa bis zum 19. Jahrhundert als Minimumfaktor geltenden Phosphors, konnte dann durch bergmännischen Abbau von Phosphorit (Calciumphosphat) und der Nutzung der bei der Stahlerzeugung anfallenden Schlacke (Thomasmehl) gedeckt werden. Der Stickstoffbedarf bei Mineraldüngung wurde bis Anfang des 20. Jahrhunderts durch die Einfuhr von Chile-Salpeter (Natriumnitrat) gedeckt. Die katalytische Ammoniak-Synthese von F. HABER und das von C. BOSCH entwickelte Verfahren zur massenhaften Herstellung von Ammoniak bildeten dann die Voraussetzungen für die Produktion von synthetischem Stickstoff und somit eine wesentliche Grundlage für den sogenannten Kunstdünger. Weltweit wurden beispielsweise 2006/2007 101,9 Mio. t Stickstoffdünger, 38,7 Mio. t Phosphatdünger und 33,4 Mio. t Kalidünger hergestellt. Im gleichen Zeitraum wurden 97,4 Mio. t Stickstoffdünger, 38,1 Mio. t Phosphatdünger und 26,9 Mio. t Kalidünger landwirtschaftlich verbraucht (IVA 2009).

Die Notwendigkeit von Düngemaßnahmen als solche ist unbestritten, denn die Entwicklung der Düngung hat zweifellos erheblich zur pflanzenbaulichen Ertragsteigerung und Versorgung beigetragen. Jedoch für den Boden und von ihm ausgehend ergeben sich umso mehr Belastungen und Risiken, je intensiver Düngung betrieben wird:

- für Ertrag und Qualität der pflanzlichen Produkte;
- für die Bodenorganismen;
- für die Qualität der Gewässer.

Folgen einer Überdüngung sind Qualitäts- und Ertragsminderung von pflanzlichen Produkten für Nahrungs- und Futtermittel.

Eine weitere grundsätzliche Veränderung im Pflanzenbau bildete der **chemische Pflanzenschutz.** An die Stelle der traditionellen mechanischen (manuellen und maschinellen) Unkrautbekämpfung kommen jetzt arbeitssparsamere chemische Mittel (Herbizide) zum Einsatz. Da in den Ackerkulturen autonome Regelungskräfte nicht mehr voll wirksam sind, werden zur Abwehr von Schädlingen und Krankheiten ebenso chemische Pflanzenschutzmittel (Insektizide, Fungizide) eingesetzt, um das Verlustrisiko zu senken (K. MAYER 1959). Mit der praktischen Nutzung begann eine Entwicklung, die heute auf der Basis vorwiegend synthetisch hergestellter Mittel, zu einem Faktor der Ertragsstabilisierung gleichzeitig aber auch Auslöser eklatanter Umweltprobleme wurde (Pestizide).

Einen weiteren Entwicklungsschub, dessen Anfänge ebenfalls im 19. Jahrhundert liegen, erhielt der Landbau mit der **Pflanzenzüchtung**. Das Ziel ist auf die genetische Veränderung von Nutzpflanzen zur Verbesserung biologischer und ökonomischer Eigenschaften gerichtet, auf Ertragsteigerung, Qualitätsverbesserung und Widerstandsfähigkeit. Doch erst als die sog. Massenauslese durch die Kombinations- und Hybridzüchtung abgelöst wurde, entstanden für alle Kulturpflanzen Hochleistungsorten, die für den Anbau eine optimale und flexible

Auswahl ermöglichten (F. KEYDEL 1976; H. BECKER 2011), in der Folge aber zunehmend traditionelle Arten und Sorten verdrängten und das genetische Potenzial einengten.

Neben diesen kurz skizzierten Entwicklungslinien setzte gleichzeitig eine übergreifende Entwicklung ein, die **maschinelle Ausrüstung** im Landbau. Durch diese Änderungen in der Agrartechnik wurde nicht nur durch Zunahme der landwirtschaftlichen Produktion einer steigenden Nachfrage entsprochen sondern auch der durch Abwanderung in die Städte entstehende Arbeitskräftemangel kompensiert. Die Technisierung der Landwirtschaft setzte in Großbritannien und den USA in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts ein. Die ersten Dampfpflüge kamen 1865 nach Deutschland. Durch die technischen Entwicklungen in der Landwirtschaft konnte nicht nur die Arbeitsproduktivität gesteigert, sondern der Mensch auch von schwerster körperlicher Arbeit befreit werden.

Die **Industrialisierung** der deutschen Agrarwirtschaft begann ab etwa 1950. Das ökonomische Prinzip rückte primär in den Vordergrund. Die Gewinnmaximierung wurde zum Ziel der Produktivitätssteigerung. Durch Rationalisierung sollte das Verhältnis von Aufwand zu Ertrag verbessert werden. Den wirtschaftlichen Druck versuchten deshalb die Landbaubetriebe durch Spezialisierung auf wenige Erzeugnisse (meistens Getreide), verstärktem Einsatz von Landmaschinen mit hohem Energiebedarf, von Mineraldünger, Pflanzenschutzmitteln und Wachstumsreglern abzufangen. Viele unrentable Höfe mussten dennoch aufgegeben werden. Die durchschnittliche Größe der verbleibenden landwirtschaftlichen Betriebe nahm hingegen stetig zu, denn durch Zupachtung von Fläche konnte eine Produktivitätssteigerung erzielt werden. Die Industrialisierung im Pflanzenbau mit dem hohen Spezialisierungsgrad, der standardisierten Massenproduktion und dem hohen Maschineneinsatz bewirkte eine Flurbereinigung, d.h. eine Ausräumung der Landschaft und Vergrößerung der Ackerflächen. Als Folge nahmen Umweltschäden überhand, die Biodiversität ging bedenklich zurück (Abb. 7) und es drohten Erosionsgefahr, Bodenverdichtung, Überdüngung oder Pestizidrückstände in Pflanzen, Tieren, Grundwasser und Nahrungsmittel.

Zwar setzte dann u.a. durch Verschärfung gesetzlicher Rahmenbedingungen (z.B. ist der Einsatz von DDT seit 1972 in Deutschland verboten), eine bessere Ausbildung der Landwirte und durch die hohen Kosten für Pflanzenschutzmittel eine gewisse kompensierende Entwicklung ein. Beispielsweise werden verbesserte Pflanzenschutzmittel mit geringeren Wirkstoffmengen, schnellerer Abbaubarkeit aber erhöhter Wirksamkeit sowie Düngemittel durchdachter, effizienter und angepasster eingesetzt. Der Bodenverdichtung wird mit Niederdruckreifen, mehr Achsen bzw. Reifen pro Landmaschine oder durch agrartechnische Maßnahmen, wie pfluglose Bodenbearbeitung, entgegengewirkt. Dieser **konventionelle Landbau** ist dabei die dominante Art des Landbaus, die sich, verbunden mit entsprechendem maschinellen Einsatz, durch Großflächenwirtschaft mit Monokulturen, dichten Fruchtfolgen, Einsatz großer Mengen von Agrarchemikalien sowie chemischer Mittel zur Schädlingsbekämpfung auszeichnet. Deutschland hat 2011 eine Bodenfläche von insgesamt 357.138 km^2. 52,3% davon sind landwirtschaftliche Nutzfläche. 11.945.100 ha (70,7%) entfallen auf Ackerland, 4.741.400 ha (28,7%) auf Grünland und 203.100 ha (1,2%) auf Dauerkulturen. (UBA 2013). Den größten Anteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche hat nach wie vor das Ackerland, dessen Umfang im Zeitverlauf relativ konstant blieb.

Die Ursprünge des **ökologischen Landbaus** und seiner Formen der Bewirtschaftung reichen weit ins letzte Jahrhundert zurück. Der Leitgedanke des ökologischen Landbaus sieht im landwirtschaftlichen Betrieb ein System aus aufeinander abgestimmten Bestandteilen (Mensch, Tier, Pflanze und Boden), das in besonderem Maße positive Auswirkungen auf die Umwelt hat, so zum Beispiel als Bodenschutz, Gewässerschutz und Artenschutz. Wesentliche Auswirkungen auf die kulturlandschaftliche Situation zeigen sich bislang jedoch noch nicht. In Deutschland wirtschafteten Ende des Jahres 2012 22.932 landwirtschaftliche Betriebe auf 1.034.355 Hektar Fläche nach den EU-Rechtsvorschriften für den ökologischen Landbau, das sind nur 7,7% der Betriebe auf etwa 6,2% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche.

Ein weiterer Aspekt des Landbaus ist der **Anbau von Energie- und Industriepflanzen**, der jedoch einen erheblichen Nachteil für die Biodiversität darstellt. Im Jahr 2012 wurden 2,1 Mio. ha, das sind rund 12,6% aller landwirtschaftlichen Flächen Deutschlands (16,7 Mio. ha) allein für den Anbau von Energiepflanzen genutzt. Als Energiepflanzen werden ein- bis zweijährige gras- und staudenartige Pflanzen sowie mehrjährige, schnell wachsende Gehölzarten bezeichnet, die mit dem Ziel der energetischen Nutzung angebaut werden. Zugleich schließt aber energetische Nutzung weder eine entsprechende Nutzung von Pflanzenteilen noch eine Eignung für Nahrungs- und Futtermittelproduktion aus. Die Entwicklung im Anbau von Energiepflanzen hat bereits zu einer Veränderung der Landwirtschaft mit verstärkten Risiken und Problemen für die Landschaft geführt. Ziel eines solchen Anbaus ist es, von einer Pflanzenart oder Teilen einer Pflanzenart die größtmögliche energetisch nutzbare Biomasse zu erzeugen. Das führt zwangsläufig zu Monokulturen auf großen Flächen, wie z.B. die in den letzten Jahren deutlich angestiegenen Anbauflächen für bioenergetisch genutzten Mais und Raps belegen. Eine hohe Produktivität erfordert aber gleichzeitig auch eine entsprechende Nährstoff- und Wasserversorgung sowie den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Außerdem ist mit der Bewirtschaftung solcher Flächen auch ein hoher Maschineneinsatz verbunden (R. FRITSCHE et al. 2004; EEA 2006).

4. Die Biodiversität am Limit

Die Erde ist bislang der einzige Planet auf dem es Leben in der uns bekannten Form gibt. Das komplexe Zusammenwirken der Lebewesen untereinander und mit ihrer Umwelt - mit den Gesteinen und Böden, dem Wasser, der Luft und dem Klima - das seine Energie von der Sonne erhält - kennzeichnet die Erde als das umfassendste Ökosystem. Gäbe es jedoch nicht den Einfluss des Menschen, dann würden die natürlichen Teilsysteme und Lebensräume die Erde allein prägen. Doch die natürlichen Systemstrukturen werden großflächig durch dem Menschen nützlichere Systeme überformt, zurückgedrängt und ersetzt, Energie- und Stoffumsätze erheblich verändert und beeinträchtigt. Diese Anthroposphäre stellt mit ihrem Ausmaß und ihrer Dauerhaftigkeit des menschlichen Einflusses eine ganz neue, zusätzliche ökologische Dimension dar (Abb.8).

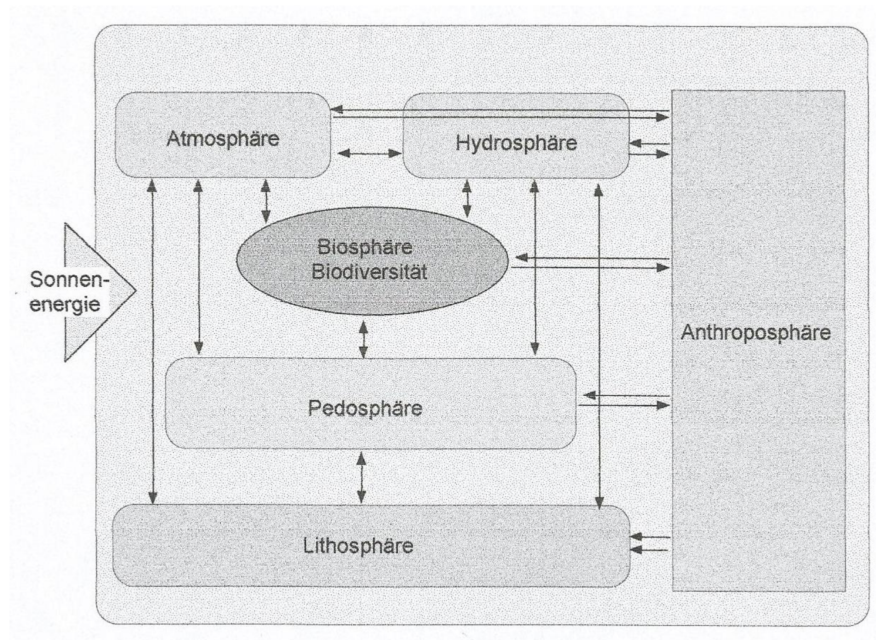


Abb. 8 Ökosystem Erde

Durch den Ackerbau im Neolithikum hat der Mensch erstmals die natürliche Umwelt für seine Zwecke bewusst verändert und in Grenzen den eigenen Bedürfnissen angepasst. Der dabei erzielte Überschuss an Nahrungsmitteln, die neuen Techniken und festen Siedlungen ermöglichten eine relative Unabhängigkeit von den Zufällen und Bedrohungen der natürlichen Umwelt (J.H. REICHHOLF 2008). Doch mit der Sesshaftigkeit, der Entwicklung der Agrargesellschaften und den dann folgenden Industriegesellschaften greift der Mensch mit einer zunehmenden Intensität in das System Erde ein, mit inzwischen deutlichen Folgen für die lebensräumliche Umwelt. Unübersehbare Anzeichen dafür sind die bestehenden Umweltprobleme, die Veränderungen in der Atmosphäre und im Klimasystem, Veränderungen in den Meeren, die Verknappung der Süßwasservorkommen, der Verlust der Bodenqualität und mit insgesamt entsprechenden Folgen für die Biodiversität. Die Erde ist jedoch kein Depot, das nach und nach ausgeräumt werden kann. Die Erde ist vielmehr ein komplexes System, dessen interne Vernetzung allerdings immer dünner wird.

Ein räumliches Ausweichen im Bereich der Erde ist inzwischen nicht mehr möglich. Das mit der Industrialisierung zunächst verbundene Hochgefühl für Fortschritt weicht inzwischen zusehends der Skepsis, ob verschwenderischer Umgang, Missachtung und Vernachlässigung der natürlichen Umweltleistungen ein zukunftsfähiges gesellschaftliches Handeln darstellen. Aber Umdenken allein reicht nicht mehr, es muss auch gehandelt werden. Doch es ist nicht einfach, diesen Anspruch in einer Zivilisation zu realisieren, die durch die Idee einer wissenschaftlichen Naturbeherrschung und Gesellschaftssteuerung entscheidend geprägt wurde und heute Fortschritt ausschließlich mit wirtschaftlichem Wachstum gleichsetzt (M. MIEGEL 2010). Es ist dringend erforderlich, dass in Politik, Wirtschaft und Technik, national wie global, der dominante Wachstumsgedanke abgelöst und dem gegenüber der Lebensqualität und damit wiederum Vorsorge und Schutz der natürlichen Umwelt prioritäres Gewicht verliehen wird.

Nach IUCN 2013 kommen in Deutschland geschätzt 71.900 Tier- und Pflanzenarten vor, was 46% aller beschriebenen europäischen Arten entspricht (LfU 2015). Die Gefäßpflanzen werden mit 4.105 Arten angegeben (G. LUDWIG et al. 2007). Die größte Tiergruppe sind die Insekten mit gut 33.300 Arten. Vergleichsweise artenarm sind hingegen Vögel (314), Säugetiere (91), Amphibien (21) und Reptilien (13). Die Fische (Rundmäuler, Knochen- und Knorpelfische) sind mit 264 Arten vertreten (W. VÖLKL, T. BLICK 2004).

Um die derzeitige Artenvielfalt in Deutschland zu erhalten reicht es jedoch nicht aus, dass Rote Listen erstellt werden und sich die aktiven Naturschutzbemühungen auf die Schutzgebiete beschränken. Damit den heimischen Arten dauerhafter Lebensraum geboten wird, der ihnen auch Wanderungen und Ausbreitungen ermöglicht, muss die Gesamtlandschaft entsprechend gestaltet sein. In der überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzten Kulturlandschaft muss eine Mindestqualität gewährleistet werden, um die **Leistungsfähigkeit der natürlichen biotischen Ressourcen, der Biodiversität,** auch zum Nutzen der Menschen langfristig zu erhalten. Auch bei intensiven Landnutzungen müssen bestimmte Belastungsgrenzen eingehalten werden. Erst wenn dies sichergestellt ist, nur dann kann von einer nachhaltigen Nutzung gesprochen werden.

Literatur und Internet

Abel W. (1962) – Geschichte der deutschen Landwirtschaft,
Vrlag Egen Ulmer Stuttgart 1962

Barthelmess A. (1972) - Wald - Umwelt des Menschen. Dokumente zu einer Problemgeschichte von Naturschutz, Landschaftspflege und Humanökologie.
Orbis Academicus, Sonderband 2/1, Verlag Karl Alber, Freiburg/München 1972

Bayerischer Rundfunk (2015) - Artenschutz-Ziel in Deutschland verfehlt.
http://www.br.de/themen/wissen/artenschwund-deutschland100.html

Bayerischer Rundfunk (Stand: 20.05.2015) - Artensterben in Deutschland
www.br.de/themen/wissen/artensterben-artenschutz-deutschland-100.html

Becker, H. (2011): Pflanzenzüchtung.
2. Auflage, Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.

Berger A., Loutre M.F. (2002) - An Exceptionally Long Interglacial Ahead?
Science 297, S.1287-1288, 2002
Blümel W.D. (2002) - 20 000 Jahre Klimawandel und Kulturgeschichte - Von der Eiszeit in die Gegenwart. Wechsel/Wirkungen, Jahrbuch 2002
http://www.uni-stuttgart.de/wechselwirkungen/ww2002bluemel.pdf

Brook B. W. et al. (2003) - Catastrophic extinctions follow deforestation in Singapore. Nature 424: 420-423.

Crutzen P. (2002) - Geology of mankind.
Nature 415, January 2002.
http://www.studgen.uni-mainz.de/sose04/schwerp3/expose/geology.pdf

Deutschlandradio (2010) - Umwelt und Verbraucher.
11. Mai 2010, Marc Engelhardt: Alarmstufe Rot - UN-Bericht warnt vor dramatischen Verlusten der Artenvielfalt, aufgerufen am 3. Juni 2010, 20:02 MESZ
http://www.dradio.de/aodflash/player.php?station=1&broadcast=57971&datum=20100511&playtime=1273570607&fileid=f3f3c44a&sendung=57971&beitrag=1181381&/Deutschlandfunk

Diercks R. (1986) - Alternativen im Landbau.
Ulmer, Stuttgart 1986

EEA-European Environmental Agency (2006) - How much bioenergy van Europe produce without harming the environment?
Report 7, Copenhagen 2006

Erdmann, K.-H., Schell, Chr. (2002) - Natur zwischen Wandel
und Veränderung. Ursache, Wirkungen, Konsequenzen.
BfN, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg u.a.,

Fisher D.O., Blomberg S.P. (2010) - Correlates of rediscovery and the detecta-bility of extinction in mammals. Proceedings of the Royal Society Series B Vol. 278 No. 1708: 1090-1097. doi:10.1098/rspb.2010.1579.

Fritsche R. (2004) - Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse.
Öko-Institut e.V. Freiburg, Darmstadt-Berlin 2004

Fukarek F. (1979) - Pflanzenwelt der Erde.
1. Aufl., Urania-Verlag Leipzig-Jena-Berlin 1979

Gomulkiewicz R., Holt R.D. (1995) - When does evolution by natural selection prevent extinction?
Evolution 49 (1): 201-207

IVA – Industrieverband Agrar e.V. (Hrsg.)(2009) - Wichtige Zahlen: Düngemittel-Produktion, Markt, Landwirtschaft.
Frankfurt/M. 2009
http://www.duengung.net/doownloads/Wichtige_Zahlen_2009.pdf

Jockenhövel A., Kubach W. (Hrsg.) (1994) - Bronzezeit in Deutschland.
Hamburg 1994

Keydel F. (1976)- Pflanzenzüchtung und Saatgutwesen.
In: Die Landwirtschaft Band 1, BLV-Verlag München 1976

Krause R. (1998) - Die bandkeramischen Siedlungen bei Vaihingen an der Enz, Kr. Ludwigsburg (BW).
Verlag P. v. Zabern, Mainz 1998

Kröpelin S. (1993) - Zur Rekonstruktion der spätquartären Umwelt am Unteren Wadi Howar (südöstliche Sahara/NW-Sudan).
Berliner Geographische Abhandlungen Heft 54, Berlin 1993

Küster HJ. (1994) - Vielfalt und Monotonie von Ackerstandorten und deren Auswirkungen auf die Unkrautflora. Eine Betrachtung aus der Sicht der historischen Geobotanik.
Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg Sonderheft 1: Naturschutz in der Agrarlandschaft. Potsdam 1994: 4-7.

Küster HJ.(1995) - Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa.
Verlag C.H. Beck, München.

Landgraf E. (1958) – Geschichte der Landwirtschaft.
In: Die Landwirtschaft, Band 1m BLV-Verlag, München1958

LfU -Bayer. Landesamt für Umwelt (2015) - Biodiversität.
http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_98_biologische_vielfalt.pdf

Ludwig G., May R., Otto C. (2007) - Verantwortlichkeit Deutschlands für die weltweite Erhaltung der Farn- und Blütenpflanzen.
BfN-Skripten. PDF, 102 S.

Maier U., Vogt R. (2001) - Siedlungsarchäologie im Alpenvorland VI.
Botanische und pedologische Untersuchungen zur Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle.
Theiss Verlag, Stuttgart 2001

Mayer K. (1959) - 4500 Jahre Pflanzenschutz: Zeittafel zur Geschichte des Pflanzenschutzes und der Schädlingsbekämpfung unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Deutschland.
Verlag E. Ulmer, Stuttgart 1959

Miegel M. (2010) - Exit-Wohlstand ohne Wachstum.
Propyläen, Berlin 2010

Müller-Karpe H. (1980) - Handbuch der Vorgeschichte.
Bd. 4 Bronzezeit, München 1980

Myers N. (1988) - Threatened biotas: hot spots in tropical forests.
Environmentalist 8 (3): 187-208.

Pachur H.J. (1987) - Vergessene Flüsse und Seen in der Ostsahara.
Geowissenschaften 5. Jg., Heft 2, S. 55-64, 1987

Pimm St. L., Russell G.J., Gittleman J.L., Brooks Th.M. (1995) - The Future of Biodiversity.
Science 269: 347-350. doi:10.1126/science.269.5222.347

Primack R.P. (1995) - Naturschutzbiologie.
Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg-Berlin-Oxford 1995

Probst E. (1996) - Deutschland in der Bronzezeit.
Bertelsmann, München 1996

Reichholf J.H. (2008) - Warum die Menschen sesshaft wurden.
S. Fischer 2008

Reid W.V. et al. (2005) - Millennium Ecosystem Assessment. Synthesis Report.
Washington D.C. (Island Press) ISBN 1-59726-040-1

Reynolds J.D., Dulvy N.K., Roberts C.R. (2002) - Exploitation and other threats to fish conservation.
Handbook of Fish Biology and Fisheries: Volume 2, Fisheries (editors P.J.B. Hart & J.D. Reynolds), pp 319-341. Blackwell Publishing, Oxford.

Rösener W. (1985) - Bauern im Mittelalter.
C. H. Beck, München 1985

Schmid-Hempel P. (2006) - Kapitel 14 - Die Evolution des Menschen.
www.eco.ethz.ch/education/lectures/701-0245-00/hs08/701-0245-00_14.pdf

Spangenberg J. (2011) - Genetische Vielfalt ist ganz entscheidend für unser Überleben.
Interview von Mario dradio.de, Deutschlandfunk, 29.Dezember 2011.

Spektrum Akademischer Verlag (2014) - Variabilität
http://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/variabilitaet/12396

Spiegelonline.de (23.03.2014) - Artensterben.
http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/artensterben-ipcc-report-zum-klimawandel-zieht-vorhersagen-in-zweifel-a-960136.html,

Tansley A.G. (1935) -The use and abuse of vegetational concept and terms.
Ecology 16, 1935

Tüxen R. (1967) - Die Lüneburger Heide - Werden und Vergehen einer Landschaft.
Rotenburger Schriften 23, 1967

UBA (01.07.2013) - Struktur der Flächennutzung 2011
http://www.umweltbundesamt.de/daten/flaechennutzung/struktur-der-flaechennutzung

Völkl W., Blick T. (2004) - Die quantitative Erfassung der rezenten Fauna von Deutschland - Eine Dokumentation auf der Basis der Auswertung von publizierten Artenlisten und Faunen im Jahr 2004.
Gutachten im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. PDF, 34 S.

WWF (10.11.2011) - Artenschwund immer dramatischer.
http://www.wwf.de/artenschwund-immer-dramatischer/

Weddeling K. et al. (2002) - Die Bedeutung der landwirtschaftlichen Nutzung für die Vielfalt wildlebender Tiere und Pflanzen in Deutschland.
Gutachten im Auftrag des BMVEL und des BLE, Januar 2002
http://www.weddeling.info/ble_studie_web.pdf.

Whittaker R.H. (1972) - Evolution and measurement of species diversity.
Taxon 21, S.213-251, 1972

Wikipedia (17.03.2014) - Aussterben.
http://de.wikipedia.org/wiki/Aussterben#Aktuelle_Situation 17.03.2014;

Wikipedia - Artenvielfalt.
http://de.wikipedia.org/wiki/Artenvielfalt

Wilson E.O (1988) - Biodiversity.
National Academy Press, Washington DC 1988
WWF Deutschland (2014) - Die Rote Liste bedrohter Tier- und Pflanzenarten.
http://www.wwf.de/themen-projekte/weitere-artenschutzthemen/rote-liste-gefaehrdeter-arten/

Zalasiewicz J. et al. (2008) - Are we now living in the Anthropocene.
Geolog. Society of America 18, S.4-8, 2008